

水文学公式汇总

陈昱锜 1700013227

2021 年 10 月 22 日

摘要

2021 年球选修了王红亚老师的水文学与水资源。课程中会考核公式的运用，一为复习整理，二为后续用的时候回顾，在此整理一下公式。本文参考王红亚老师的水文学课件和[黄锡荃的《水文学》](#)。

1 水量平衡

根据物质守恒，任意水文系统在任意时段内，进入系统的水量和流出系统的水量之差等于系统蓄水量的变化量，这就是水量平衡或水文平衡。

通用水量平衡方程

$$I - O = \Delta S \quad (1)$$

其中 I 是进入系统的水量， O 是流出系统的水量， ΔS 是系统蓄水量的变化量。

$$I = P + R_{sI} + R_{gI} \quad (2)$$

I 可以继续细分， P 是降水量， R_{sI} 是地表径流的流入量， R_{gI} 是地下径流的流入量

$$O = E + R_{sO} + R_{gO} + q \quad (3)$$

O 可以继续细分， E 是流域内的蒸发量， R_{sO} 是地表径流的流出量， R_{gO} 是地下径流的流出量， q 是流域内工业和生活用水。

那么公式1就可以细化成

$$(P + R_{sI} + R_{gI}) - (E + R_{sO} + R_{gO} + q) = \Delta S \quad (4)$$

水量平衡方程还有很多变式，如闭合流域变式、多年平均变式、内外流河变式、海陆循环变式，归根结底只是对通用公式4的灵活变化，在此不一一赘述。

2 降水

降水部分的公式主要集中在如何从站点的水文情况对区域水文情况进行估计。

2.1 算数平均法

适用条件：如果流域面积不大，地形起伏小，降水分布均匀，站点多且分布合理

优点：计算简单

算术平均法计算区域降水量公式

$$\bar{P} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i \quad (5)$$

其中 n 是测量站点数量， P_i 是第 i 个站点测量到的同期降雨量。

2.2 泰森多边形法

适用条件：如果区域内雨量站分布不均匀，有的站偏于一角。见图1。

泰森多边形法计算流域降水量公式

$$\bar{P} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n a_i P_i \quad (6)$$

其中， $A = \sum_{i=1}^n a_i$ ， a_i 是第 i 个多边形的面积， P_i 是第 i 个多边形内站点的降雨量。



图 1: 泰森多边形法站点示例及多边形作法

2.3 等雨量线法

适用条件：地形变化大，站点数量多。

优点：是计算区域内平均降雨量的最好方法，反应了地形对降水的影响。

等雨量线法求区域降水量方法

$$\bar{P} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n a_i P_i \quad (7)$$

其中， $A = \sum_{i=1}^n a_i$ ， a_i 是相邻等雨量线之间的面积， P_i 是相邻等雨量线之间的平均降水量。

3 下渗

下渗率 f 是单位时间、单位面积上渗入土壤中的水量，也叫下渗强度。常用单位是 mm/min 或 mm/h

$$f = \frac{dP}{dt} \quad (8)$$

可以利用经验公式计算下渗率或者下渗量，通常都呈现下渗率随时间递减的趋势。常用的公式有三个：

- 霍顿公式
- 考斯加柯夫公式
- 霍尔坦公式

3.1 霍顿公式

$$f_t = f_c + (f_0 - f_c) \exp(-\beta t) \quad (9)$$

其中， f_t 是 t 时刻的下渗率， f_c 是稳定下渗率， f_0 是初始下渗率， t 是时间， β 是常数。

对式9进行积分，可得下渗量的霍顿公式：

$$F_t = f_c t + \frac{1}{\beta} (f_0 - f_c) (1 - \exp(-\beta t)) \quad (10)$$

3.2 考斯加柯夫公式

$$F = at^n \quad (11)$$

其中 F 是累积下渗量， t 是时间， a, n 是参数，可以查表获得。

3.3 霍尔坦公式

下渗率为：

$$f = f_c + GI \times A \times S_a^{1.4} \quad (12)$$

其中 GI 是作物生长指数 (growth index)， S_a 是表层土壤 (A 层) 的缺水量， A 是参数，与孔隙度和植物根系密度有关，取值范围在 0.1 ~ 1。

4 径流

流量 Q 是单位时间内通过某一断面的水量。常用单位 m^3/s

净流总量 W 是时间段 T 内通过某一横断面的总水量。常用单位 m^3

$$W = Q \times T \quad (13)$$

径流深 R 是径流总量平铺在流域面积上的深度。常用单位 mm

$$R = \frac{W}{F} \quad (14)$$

其中 F 是流域面积。

径流模数 M 是断面流量的流域内面积的平均。常用单位 $\text{L}/(\text{s} \cdot \text{km}^2)$

$$M = \frac{Q}{F} \quad (15)$$

F 是流域面积。

径流系数 α 是降雨量转化为径流深的能力。无量纲。

$$\alpha = \frac{R}{P} \quad (16)$$

其中 R 是径流深度, P 是降雨量。